

[MENU](#)[SEARCH](#)[INDEX](#)[DETAIL](#)[JAPANESE](#)

1 / 1

---

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **09-069211**

(43)Date of publication of  
application : **11.03.1997**

---

(51)Int.Cl.

**G11B 5/39**

**C23C 14/06**

**G11B 5/127**

**H01F 10/30**

**H01L 43/08**

**H01L 43/10**

---

(21)Application  
number : **07-221430**

(71)  
Applicant : **HITACHI LTD**

(22)Date of filing : **30.08.1995**

(72)Inventor : **HOSHINO KATSUMI**  
**NAKATANI RYOICHI**

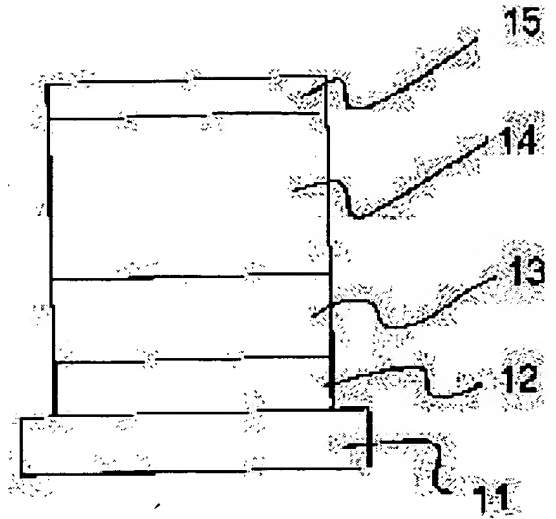
---

**(54) MAGNETORESISTANCE EFFECT FILM, MAGNETIC HEAD AND MAGNETIC  
RECORDER/REPRODUCER**

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To strengthen the switched connection of a magnetic layer with an antiferromagnetic layer and to improve the heat resistance and corrosion resistance by forming two or more layers of multilayer structure containing different compositions as the antiferromagnetic layer in the magnetoresistance effect film having the magnetic layer and the antiferromagnetic layer.

**SOLUTION:** In the case of manufacturing a multilayer film, a buffer layer 12, a magnetic layer 13 are sequentially formed on a board 11 by using an ion beam sputtering method. An Mn-Ir alloy is used for an antiferromagnetic layer 14, and the composition is altered. The magnetoresistance effect film exhibits a face centered cubic structure. When the surface (111) is grown in parallel with the board 11, the layer 14 and the layer 13 are strongly switch- connected. The element selected from V, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Pt, Pd, Rh and Ru is added to the Mn-Ir alloy to improve the coupling magnetic field of the layer 13 with the layer 14 and the heat resistance. The magnetoresistance effect element using the effect film does not exhibit Barkhausen noise.



---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-69211

(43) 公開日 平成9年(1997)3月11日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 5/39			G 1 1 B 5/39	
C 2 3 C 14/06			C 2 3 C 14/06	T
G 1 1 B 5/127			G 1 1 B 5/127	K
H 0 1 F 10/30			H 0 1 F 10/30	
H 0 1 L 43/08			H 0 1 L 43/08	Z
審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 8 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平7-221430

(22) 出願日 平成7年(1995)8月30日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 星野 勝美

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 中谷 亮一

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

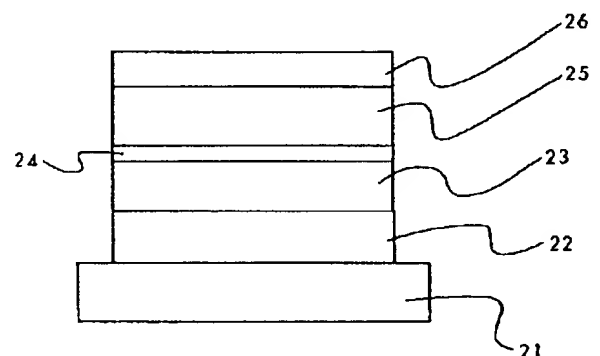
(54) 【発明の名称】 磁気抵抗効果膜、磁気ヘッドおよび磁気記録再生装置

(57) 【要約】

【構成】磁性層と交換結合する反強磁性層として、組成の異なる2層のMn-Ir系合金を用いる。二つの磁性層を非磁性層で挟み、一方の磁性層が反強磁性層と交換結合した磁気抵抗効果膜でも、同様とする。

【効果】耐食性、耐熱性に優れ、磁性層と反強磁性層とが強く交換結合する磁気抵抗効果膜が得られる。また、磁気抵抗効果膜を用いた磁気抵抗効果膜及び磁気ヘッドは、優れた再生特性を示す。

図 5



【特許請求の範囲】

【請求項1】磁性層に反強磁性層が接した磁気抵抗効果膜であり、上記磁性層の磁化の向きと膜に流れる電流方向との相対的な向きにより磁気抵抗効果が生じる磁気抵抗効果膜において、上記反強磁性層が組成の異なる複数層の多層構造を有することを特徴とする磁気抵抗効果膜。

【請求項2】2層以上の磁性層を非磁性層で分割し、少なくとも1層の磁性層が反強磁性層に接しており、少なくとも1層の磁性層が反強磁性層に接していない多層膜を用いた磁気抵抗効果膜であり、非磁性層で分割された磁性層の磁化の相対的な向きにより、磁気抵抗効果が生じる磁気抵抗効果膜において、上記反強磁性層が組成の異なる2層以上の多層構造を有することを特徴とする磁気抵抗効果膜。

【請求項3】請求項1または請求項2において、上記反強磁性層が、組成の異なるMn-Ir合金の多層構造からなる磁気抵抗効果膜。

【請求項4】請求項3において、上記反強磁性層が、Mn-Ir合金に、V, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Pt, Pd, Ru, Rhから選ばれる少なくとも1種類の元素が添加された合金の多層構造からなる磁気抵抗効果膜。

【請求項5】請求項1, 2, 3または4において、基板と上記磁気抵抗効果膜との間に、周期律表上におけるIVa金属元素, Va金属元素、あるいはこれらを主成分とする合金からなる非磁性層を形成した磁気抵抗効果膜。

【請求項6】請求項1, 2, 3, 4または5に記載の上記磁気抵抗効果膜が面心立方構造を有し、(111)配向している磁気抵抗効果膜。

【請求項7】請求項1, 2, 3, 4, 5または6において、上記磁性層の少なくとも一部がNi-Fe系合金あるいはNi-Fe-Co系合金である磁気抵抗効果膜。

【請求項8】請求項1, 2, 3, 4, 5, 6または7に記載の上記磁気抵抗効果膜を用いた磁気抵抗効果素子。

【請求項9】請求項8に記載の上記磁気抵抗効果素子を少なくとも一部に用いた磁気ヘッド。

【請求項10】請求項8に記載の上記磁気抵抗効果素子と誘導型磁気ヘッドとを組み合わせた複合型磁気ヘッド。

【請求項11】請求項9または請求項10に記載の上記磁気ヘッドを用いた磁気記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は磁気抵抗効果膜及びこれを用いた磁気抵抗効果素子、磁気ヘッド、磁気記録再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】再生用磁気ヘッドに用いる磁気抵抗効果素子には、多数の磁区の挙動により生じるバルクハウゼン

ンノイズが問題になる。バルクハウゼンノイズを抑制するためには、磁気抵抗効果素子の磁区を単磁区化することが有効である。アイイーイーイー トランザクションズ オン マグネティクス (IEEE Transactions on Magnetics), 第14巻, 第5号, 521~523ページに記載のように、磁性層と反強磁性層とを交換結合させることにより、磁気抵抗効果素子の磁区を単磁区化し、バルクハウゼンノイズを抑制している。

【0003】また、磁気記録の高密度化に伴い、現在使われているNi-Fe合金を用いた磁気抵抗効果素子よりも高い磁気抵抗効果を示す材料が求められている。フィジカル・レビュー・B (Physical Review B), 第43巻, 第1号, 1297~1300ページに記載のように、2層の磁性層を非磁性層で分離し、一方の磁性層と反強磁性層とが交換結合しており、二つの磁性層の磁化の向きにより磁気抵抗効果が生じる多層膜が考案されている。この多層膜において、低磁界で高い磁気抵抗変化が得られている。

【0004】上述の二つの論文に述べられているように、Ni-Fe膜と交換結合する反強磁性膜としては、Fe-Mn系合金が知られている。しかし、Fe-Mn系反強磁性膜は、耐食性が悪いという問題がある。

【0005】また、第15回応用磁気学会学術講演概要集、40ページには、反強磁性膜として、NiOを用いている。しかし、NiO層厚を厚くしないとNi-Fe磁性層との交換結合が得られない。また、NiOが酸化物であるので、電気伝導性がほとんどなく、磁気ヘッドに用いるための電極形成が難しい。

【0006】特開平6-76247号公報に記載の「磁気抵抗センサ」では、反強磁性層にNi-Mn系合金を用いることにより、磁性層との交換結合が得られている。しかし、Ni-Mn系合金が磁性層と交換結合するためには、Ni-Mn系合金の膜厚を厚くし、成膜後250℃程度の熱処理を長時間する必要がある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】磁性層と反強磁性層とを交換結合させた磁気抵抗効果膜を、磁気抵抗効果素子、磁気ヘッド等の応用に用いる場合、反強磁性材料は、耐熱性、耐食性に優れ、磁性層との高い結合磁界が得られ、かつ容易に作製できることが重要である。しかし、これまでに開示されている反強磁性材料において、上記の条件を十分に満たす材料はほとんどない。

【0008】本発明の目的は、上述の磁気抵抗効果膜の問題の解決方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明者等は、種々の材料及び膜厚を有する磁性層、反強磁性層を積層した多層磁気抵抗効果膜について研究を行った結果、磁性層と反強磁性層からなる磁気抵抗効果膜において、上記反強磁性層を組成の異なる2層以上の多層構造とすることによ

り、耐熱性、耐食性に優れ、磁性層との交換結合が容易に得られることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0010】すなわち、磁性層と反強磁性層からなる磁気抵抗効果膜において、上記反強磁性層として、組成の異なる2層のMn-Ir層を形成することにより、耐熱性、耐食性に優れ、磁性層と反強磁性層とが強く交換結合する磁気抵抗効果膜が容易に作製できる。また、この磁気抵抗効果膜は、面心立方構造を示し、(111)面が基板に対し平行に成長する時、反強磁性層と強磁性層とが強く交換結合する。さらに、上記Mn-Ir合金に、V, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Pt, Pd, Rh, Ruから選ばれる元素を添加することにより、磁性層と反強磁性層との結合磁界、および耐熱性を向上させることができる。上記磁気抵抗効果膜を用いた磁気抵抗効果素子は、バルクハウゼンノイズを示さない。

【0011】また、二つの磁性層を非磁性層で分割し、一方の磁性層と反強磁性層とが接している多層膜であり、非磁性層で分割された磁性層の磁化の相対的な向きにより磁気抵抗効果が生じる磁気抵抗効果膜において、反強磁性層として上記のように組成の異なる2層のMn-Ir合金を用いることにより、耐熱性、耐食性に優れた磁気抵抗効果膜が容易に作製できる。上記磁気抵抗効果膜を用いることにより、低磁界で高い磁気抵抗変化を有する磁気抵抗効果素子が得られる。

【0012】また、上記磁気抵抗効果素子は、磁界センサ、磁気ヘッドなどに好適である。また、上記磁気ヘッドを用いることにより、高性能磁気記録再生装置が得られる。

【0013】

【作用】上述のように、磁性層と反強磁性層からなる磁気抵抗効果膜において、反強磁性層として組成の異なる2層のMn-Ir合金を用いることにより、耐熱性、耐食性に優れ、磁性層と反強磁性層とが強く交換結合した磁気抵抗効果膜が容易に作製できる。この結果、磁気抵抗効果素子のバルクハウゼンノイズを抑制することができる。また、この方法は、二つの磁性層を非磁性層で分割し、一方の磁性層に反強磁性層が接しており、二つの磁性層の磁化の向きにより磁気抵抗効果の生じる磁気抵抗効果膜にも応用できる。さらに、磁気抵抗効果素子は、磁界センサ、磁気ヘッドなどに好適である。また、磁気ヘッドを用いることにより、高性能磁気記録再生装置が得られる。

【0014】

【実施例】

<実施例1>多層膜の作製にはイオンビームスパッタリング法を用いた。到達真空度は、 $1/10^4$  Pa、スパッタリング時のAr圧力は0.02 Paである。また、膜形成速度は、0.02 nm/s以下である。形成した多層膜の断面構造を図1に示す。基板11にはSi(100)単結晶を用いた。また、バッファ層12として、

厚さ10 nmのZrを用いた。磁性層13には、厚さ20 nmのNi-20 at% Fe合金を用いた。また、反強磁性層14には、厚さ50 nmのMn-Ir合金を用い、組成を変化させた。保護層15には、厚さ5 nmのZrを用いた。なお、この試料は熱処理を行っていない。

【0015】図2にMn-Ir組成に対するNi-Fe層との結合磁界の変化を示す。ここで、結合磁界とは、磁界を容易軸方向に印加した時の磁化曲線がゼロ磁界からシフトした磁界と定義する。また、図3にはMn-Ir組成に対するブロッキング温度（結合磁界がゼロになる温度）の変化を示す。図2に示すように、磁性層と非磁性層との結合磁界はIr濃度が20 at%付近のとき最大を示すが、図3に示すように、ブロッキング温度はIr濃度が40 at%付近のとき最大を示す。

【0016】図4はMn-Ir組成に対する、Ni-Feのfcc(111)面間隔及びMn-Irのfcc(111)面間隔の変化を示す。図4に見るように、Ir濃度が高くなるに従い、Ni-Fe合金の格子間隔とMn-Ir合金の格子間隔のミスマッチが大きくなっており、これが結合磁界低下の原因と考えられる。しかし、Ir濃度が高い方が、ブロッキング温度が高くなっている。

【0017】そこで、同様な方法で、以下の多層膜を作製した。図5に多層膜の構造を示す。基板21にはSi(100)単結晶を用いた。バッファ層22として、厚さ5 nmのZrを用いた。磁性層23として、厚さ10 nmのNi-19 at% Fe合金を用いた。反強磁性層24, 25として、それぞれMn-20 at%, Mn-40 at% Irを用いた。ここで、反強磁性層24と25との合計膜厚を20 nm一定とし、その膜厚を変化させた。さらに、保護膜26として、厚さ5 nmのZrを用いた。なお、この試料は熱処理を行っていない。

【0018】図6に、Mn-40 at% Ir層厚に対する、結合磁界の変化を示す。さらに、図7には、Mn-40 at% Ir層厚に対する、ブロッキング温度の変化を示す。図のように、組成の異なるMn-Ir合金の多層構造を用いることにより、Mn-Ir合金単層膜の場合と比較して、高い結合磁界及び高いブロッキング温度を有する膜が得られる。

【0019】本実施例では、Zrバッファ層を用いているが、周期率表上の他のIVa族金属元素、Va族金属元素(Ti, Hf, V, Nb, Ta)を用いても同様な効果が得られる。バッファ層を用いることにより、磁性層の膜厚が薄くても磁性層が(111)配向し、反強磁性層と交換結合する。また、磁性層の膜厚が十分厚く、磁性層が(111)配向を示す場合には、バッファ層を用いる必要はない。

【0020】さらに、本実施例では、磁性層としてNi-Fe系合金を使用した。他の面心立方構造を有する

磁性層を用いても、同様な結果が得られる。しかし、磁気ヘッド等の応用を考えた場合、磁性層は軟磁性を示すことが必要であり、磁性層として、Ni-Fe系合金、Ni-Fe-Co系合金を用いることが好ましい。

【0021】＜実施例2＞実施例1と同様の方法で多層膜を形成した。形成した多層膜の断面構造を図5に示す。基板21にはSi(100)単結晶を用いた。パツファ層22として、厚さ5nmのZrを用いた。磁性層23として、厚さ10nmのNi-19at%Fe合金を用いた。反強磁性層24および25として、膜厚が10nmである様々な組成のMn-Irを主成分とする合金を用いた。さらに、保護膜26として、厚さ5nmのZrを用いた。なお、この試料は熱処理を行っていない。

【0022】表1に多層膜の結合磁界及びブロッキング温度を示す。本実施例のように、反強磁性層を組み合わせることにより、結合磁界及びブロッキング温度を向上させることができる。

【0023】

【表1】

表1

反強磁性層24	反強磁性層25	結合磁界 (Oe)	ブロッキング 温度(°C)
Mn-20Ir	Mn-40Ir	80	150
Mn-16Ir-20Fe	Mn-40Ir	120	150
Mn-16Ir-20Cr	Mn-40Ir	100	150
Mn-20Ir	Mn-36Ir-10Pt	85	170
Mn-20Ir	Mn-36Ir-10Pd	85	160
Mn-16Ir-20Fe	Mn-32Ir-20Fe	120	140

【0024】＜実施例3＞本発明のバルクハウゼンノイズを抑制するための反強磁性材料を用いた磁気抵抗効果素子を形成した。図8に、本発明の磁気抵抗効果素子の膜構造を示す。図8の基板21には、ガラス基板を用いた。パツファ層22として、厚さ5nmのHfを用いた。磁性層23には、厚さ10nmのNi-19at%Fe合金を用いた。反強磁性層24には、厚さ10nmのMn-20at%Irを用いた。反強磁性層25には厚さ10nmのMn-40at%Irを用いた。電極36には、厚さ300nmのCuを用いた。

【0025】図9に磁気抵抗効果素子の構造を示す。磁気抵抗効果素子は、図8で示した磁気抵抗効果膜41および電極42で構成されたものが、シールド層43、4

4で挟まれた構造を有する。本発明の磁気抵抗効果素子を用いた場合、バルクハウゼンノイズが発生せず、反強磁性層にFe-Mnを用いた磁気抵抗効果素子と同様な効果が得られた。

【0026】＜実施例4＞実施例3で述べた磁気抵抗効果素子を用い、磁気ヘッドを作製した。磁気ヘッドの構造を以下に示す。図10は記録再生分離型ヘッドの一部分を切断した場合の斜視図である。多層磁気抵抗効果膜51をシールド層52、53で挟んだ部分が再生ヘッドとして働き、コイル54を挟む下部磁極55、上部磁極56の部分が記録ヘッドとして働く。多層磁気抵抗効果膜51は実施例3に記載の多層膜からなる。また、電極58には、Cr/Cu/Crという多層構造の材料を用いた。

【0027】以下にこのヘッドの作製方法を示す。

【0028】Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>・TiCを主成分とする焼結体をスライド用の基板57とした。シールド層、記録磁極にはスパッタリング法で形成したNi-Fe合金を用いた。各磁性膜の膜厚は、以下のようにした。上下のシールド層52、53は1.0μm、下部・上部磁極55、56は3.0μm、各層間のギャップ材としてはスパッタリングで形成したAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を用いた。ギャップ層の膜厚は、シールド層と磁気抵抗効果素子間で0.2μm、記録磁極間では0.4μmとした。さらに再生ヘッドと記録ヘッドの間隔は約4μmとし、このギャップもAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>で形成した。コイル54には膜厚3μmのCuを使用した。

【0029】以上述べた構造の磁気ヘッドで記録再生を行ったところ、バルクハウゼンノイズを示さず、良好な再生特性を示した。

【0030】また、本発明の磁気抵抗効果素子は、磁気ヘッド以外の磁界検出器にも用いることができる。

【0031】＜実施例5＞実施例4で述べた本発明の磁気ヘッドを用い、磁気ディスク装置を作製した。図11に磁気ディスク装置の構造の概略図を示す。

【0032】磁気記録媒体61には、残留磁束密度0.75TのCo-Ni-Pt-Ta系合金からなる材料を用いた。磁気ヘッド63の記録ヘッドのトラック幅は3μm、再生ヘッドのトラック幅は2μmとした。磁気ヘッド63には、再生時にバルクハウゼンノイズを発生しない実施例4で用いた磁気ヘッドを用いているため、エラーレートの高い磁気ディスク装置が得られた。ここで、図の64はヘッド駆動部、65は信号処理系である。

【0033】＜実施例6＞実施例1と同様の方法で、多層膜を形成した。形成した多層膜の断面構造を図12に示す。基板71にはSi(100)単結晶基板を用いた。パツファ層72には厚さ5nmのZrを用いた。磁性層73及び75には厚さ5nmのNi-16at%Fe-18at%Coを用いた。非磁性層74には厚さ2.5

nm のCuを用いた。反強磁性層76, 77にはそれぞれ厚さ10nmのMn-20at%Irおよび厚さ10nmのMn-40at%Ir合金を用いた。保護膜78には厚さ5nmのZrを用いた。

【0034】図13に多層膜の磁気抵抗効果曲線を示す。図のように、約2.3%程度の磁気抵抗変化率が得られた。また、多層膜の構造をX線回折法により調べたところ、多層膜はNi-Fe-Co層、Cu層の面心立方構造の強い(111)回折ピークがおよび、Mn-Ir層の面心立方構造の(111)回折ピークが観測された。

【0035】また、本実施例では、バッファ層72としてZrを用いたが、周期律表上のIVa族金属元素、Va族金属元素、あるいはこれらを主成分とする合金からなる非磁性金属であれば、実施例と同様の効果が得られる。

【0036】また、本実施例では、非磁性層としてCuを用いたが、電気抵抗の低いAu, Agを用いても同様な結果が得られる。しかし、磁性層として3d遷移金属元素を用いる場合には、磁性層とのフェルミ面のマッチングの観点から、非磁性層はCuであることが好ましい。

【0037】さらに、本実施例では、磁性層としてNi-Fe-Co系合金を用いたが、他の面心立方構造を有する磁性層を用いても、実施例と同様な結果が得られる。しかし、反強磁性層に接していない磁性層は、軟磁気特性を示すことが重要であり、磁性層としては、Ni-Fe系合金、Ni-Fe-Co系合金を用いることが好ましい。また、磁性層と非磁性層との界面に、磁性層の軟磁気特性を劣化させない程度の薄いCo層あるいはCoを主成分とするCo合金層を用いることにより、更に高い磁気抵抗変化率が得られる。

【0038】<実施例7>実施例6に述べた多層膜を用い、磁気抵抗効果素子を形成した。構造を図9に示す。磁気抵抗効果素子は、多層磁気抵抗効果膜41及び電極42をシールド層43, 44で挟んだ構造を有する。磁気抵抗効果素子に磁界を印加し、電気抵抗率の変化を測定したところ、本発明の多層磁気抵抗効果膜を用いた磁気抵抗効果素子は、200e程度の印加磁界で約2.3%の磁気抵抗変化率を示した。また、本発明の磁気抵抗効果素子の再生出力は、Ni-Fe単層膜を用いた磁気抵抗効果素子と比較して、2.6倍であった。

【0039】<実施例8>実施例7で述べた磁気抵抗効果素子を用い、磁気ヘッドを作製した。磁気ヘッドの構造を図10に示す。記録再生分離型ヘッドの一部分を切断した場合の斜視図である。多層磁気抵抗効果膜51をシールド層52, 53で挟んだ部分が再生ヘッドとして働き、コイル54を挟む下部磁極55, 上部磁極56の部分が記録ヘッドとして働く。多層磁気抵抗効果膜51は実施例6に記載の多層膜からなる。また、電極58に

は、Cr/Cu/Crという多層構造の材料を用いた。ヘッドの作製方法については、実施例4で述べた方法と同じである。

【0040】以上述べた構造の磁気ヘッドで記録再生を行ったところ、Ni-Feの単層膜を用いた磁気ヘッドと比較して、2.6倍高い再生出力を得た。これは、本発明の磁気ヘッドに、高い磁気抵抗効果を示す多層膜を用いたためであると考えられる。

【0041】また、本発明の磁気抵抗効果素子は、磁気ヘッド以外の磁界検出器にも用いることができる。

【0042】<実施例9>実施例8で述べた本発明の磁気ヘッドを用い、磁気ディスク装置を作製した。図11に磁気ディスク装置の構造の概略図を示す。

【0043】磁気記録媒体61には、残留磁束密度0.75TのCo-Ni-Pt-Ta系合金からなる材料を用いた。磁気ヘッド63の記録ヘッドのトラック幅は3μm, 再生ヘッドのトラック幅は2μmとした。磁気ヘッド63における磁気抵抗効果素子は、従来のパーマロイ単層膜を用いた磁気抵抗効果素子の約2.6倍の出力を示すため、さらにトラック幅が狭く、記録密度の高い磁気ディスク装置を作製することができる。本発明の磁気ヘッドは、特に、1Gb/in<sup>2</sup>以上の記録密度を有する磁気記録再生装置に有効である。また、10Gb/in<sup>2</sup>以上の記録密度を有する磁気記録再生装置には、必須であると考えられる。

【0044】

【発明の効果】磁性層に反強磁性層が接した磁気抵抗効果膜において、反強磁性層として、組成の異なる2層のMn-Ir系合金を用いることにより、耐熱性、耐食性に優れ、磁性層と反強磁性層とが強く交換結合する磁気抵抗効果膜を容易に作製できる。磁気抵抗効果膜を用いた磁気抵抗効果素子は、パルクハウゼンノイズを示さない。また、二つの磁性層を非磁性層で分割し、一方の磁性層と反強磁性層とが接しており、非磁性層で分割された磁性層の磁化の相対的な向きにより磁気抵抗効果が生じる磁気抵抗効果膜にも、この方法を応用することができる。磁気抵抗効果膜を用いた磁気抵抗効果素子は、低磁界で高い磁気抵抗変化を有する。さらに、磁気抵抗効果素子は、磁界センサ、磁気ヘッドなどに好適である。磁気ヘッドを用いることにより、高性能磁気記録再生装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の磁気抵抗効果膜の構造を示す断面図。

【図2】Mn-Ir合金組成に対する結合磁界の変化の説明図。

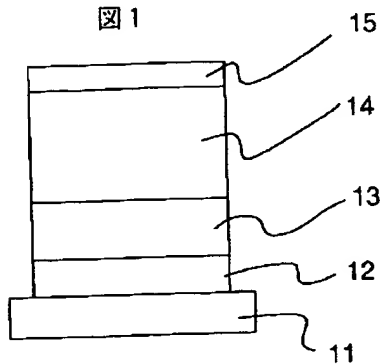
【図3】Mn-Ir合金組成に対するブロッキング温度の変化の説明図。

【図4】Mn-Ir合金組成に対するNi-Fe(111)面間隔及びMn-Ir(111)面間隔の変化の説明図。

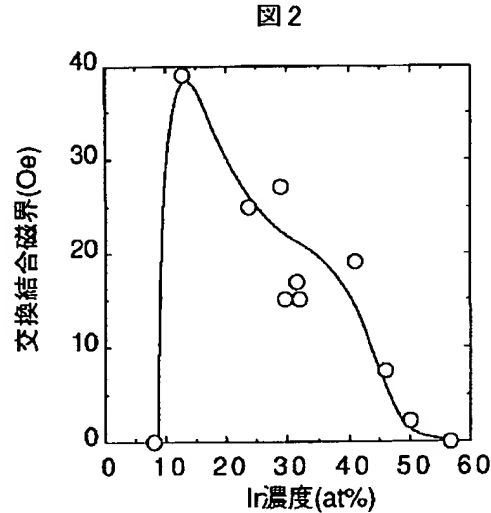
【図5】本発明の磁気抵抗効果膜の構造を示す断面図。  
 【図6】本発明の磁気抵抗効果膜における、 $\text{Mn}-40\text{at}\% \text{Ir}$ 層厚に対する結合磁界の変化の説明図。  
 【図7】本発明の磁気抵抗効果膜における、 $\text{Mn}-40\text{at}\% \text{Ir}$ 層厚に対するブロッキング温度の変化の説明図。  
 【図8】本発明の磁気抵抗効果素子の膜の断面図。  
 【図9】本発明の磁気抵抗効果素子の斜視図。

【図10】本発明の磁気ヘッドの斜視図。  
 【図11】本発明の磁気ディスク装置の断面図。  
 【図12】本発明の多層磁気抵抗効果膜の断面図。  
 【図13】本発明の多層磁気抵抗効果膜の磁気抵抗効果の説明図。  
 【符号の説明】  
 11…基板、12…バフファ層、13…磁性層、14…反強磁性層、15…保護層。

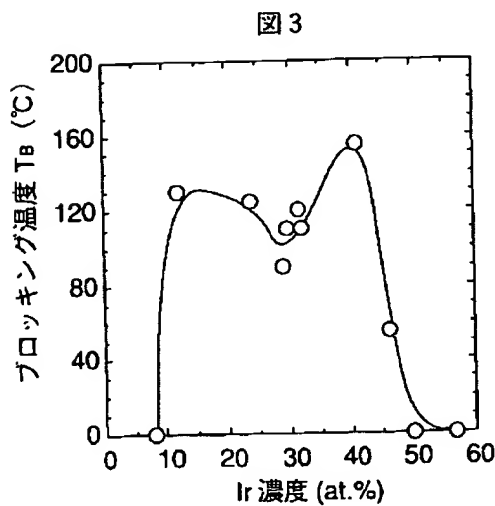
【図1】



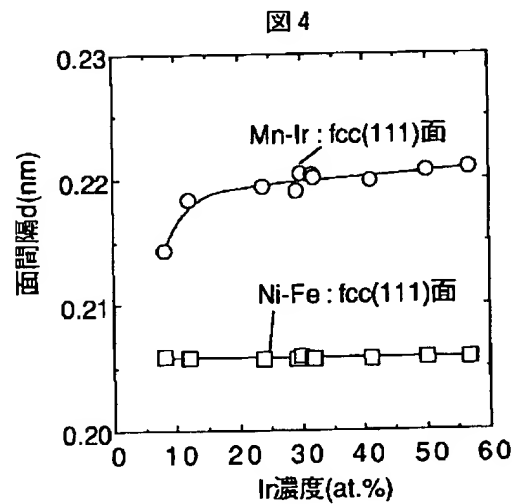
【図2】



【図3】

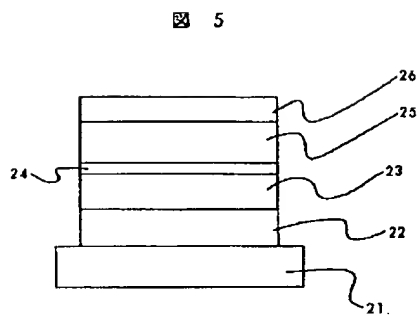


【図4】

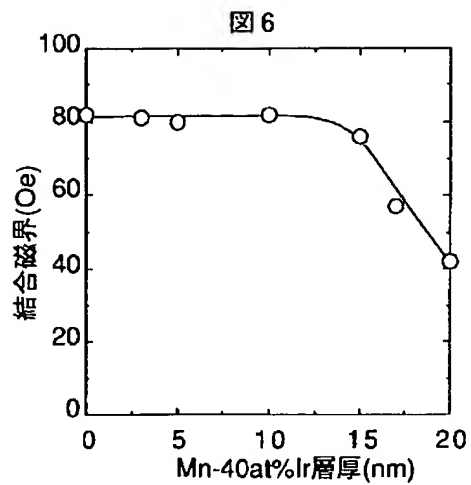




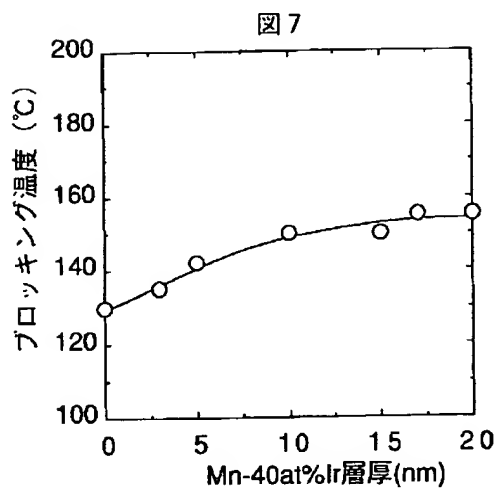
【図5】



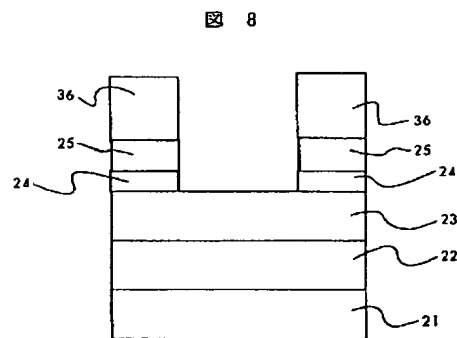
【図6】



【図7】

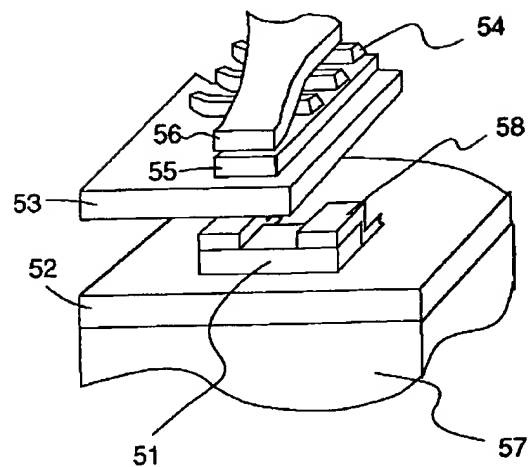


【図8】



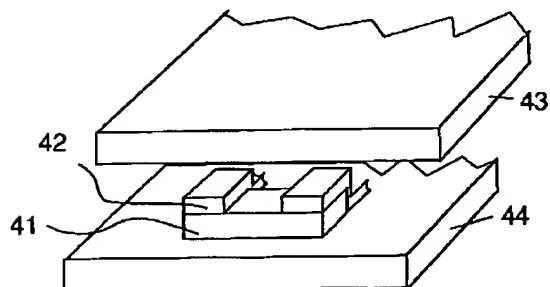
【図10】

図 10



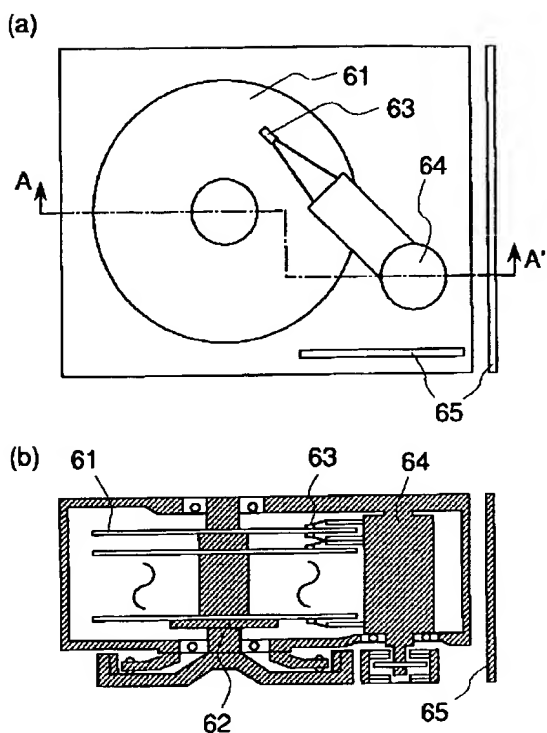
【図9】

図 9

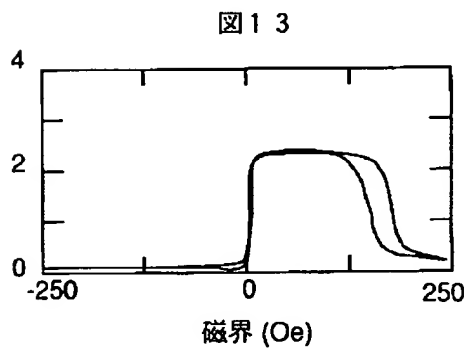


【図11】

図11

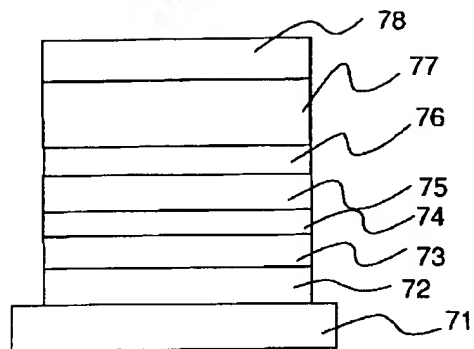


【図13】



【図12】

図12



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
H01L 43/10

識別記号 片内整理番号

F I  
H01L 43/10

技術表示箇所  
C4-11